

(19)대한민국특허청(KR)공개특허공보(A)

(51) Int.Cl. 6

C08L 23/06

출원번호	10-2001-0041113
출원일자	2001년07월10일
공개번호	특2003-0005710
공개일자	2003년01월23일
대리인	이덕록
발명자	임대순
	안정욱
	주영석
출원인	학교법인고려중앙학원
심사청구	있음
발명의명칭	탄소나노튜브가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌 및 그제조방법



요약

본 발명의 탄소 나노튜브가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌은 초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE) 100중량부에 대하여 탄소 나노튜브(carbon nanotube, CNT) 0.1 내지 0.5중량부를 첨가하여 제조되며, 본 발명에 따른 탄소 나노튜브(CNT)가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌은 내마모성을 획기적으로 향상시켜 인공관절의 수명을 연장시킬 수 있으며, 또한 기어, 베어링, 캠, 메카니칼 쉘 등과 같이 마모, 마찰 운동을 받는 기계부품으로 사용되는 고분자재료에 적용할 수 있는 내마모성이 우수한 뛰어난 효과가 있다.



대표도

도. 2



색인어

인공관절, 초고분자량 폴리에틸렌, 탄소나노튜브, 내마모성



명세서

※ 도면에 대한 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 탄소나노튜브가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌의 제조방법을 나타낸 공정도이다.

도 2는 본 발명에 따른 탄소나노튜브가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌의 마모량을 나타낸 그래프이다.

※ 발명에 대한 자세한 설명

※ 발명의 목적

※ 발명이 속하는 분야의 종래기술

본 발명은 탄소 나노튜브가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌 및 그 제조방법에 관한 것이며, 더욱 상세하게는 초음파를 사용하여 용매에 녹인 초고분자량 폴리에틸렌과 탄소 나노튜브(CNT)를 잘 분산되도록 하고 그 후에 용매를 증발시켜 얻어진 혼합분말을 몰드(mold)에 넣고 성형시켜 제조하는 탄소 나노튜브가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌 및 그 제조방법에 관한 것이다.

종래의 초고분자량 폴리에틸렌(Ultra-High Molecular Weight Polyethylene, UHMWPE)은 일반적인 고분자와 달리 마모특성이 우수하고 생체친화도가 높으며 상대적인 부피비 질량이 작기 때문에 인체에 이식시키기에는 매우 적절한 물질이었고, 사실상 이러한 기계적 특성을 요구로 하는 인공관절 분야에서 좋은 반응을 얻어왔다. 그러나 초고분자량 폴리에틸렌으로 제조된 인공관절을 시술하고 난 후, 피시술자들에 의해 초고분자량 폴리에틸렌이 마모가 일어난다는 것을 발견하게 되었고, 이러한 마모입자들은 인체의 면역작용에 의해 골흡수(bone resorption)와 골용해(osteolysis)를 유발시켜 인공관절의 수명을 단축시키는 치명적인 요인으로 알려져 있다.

연구자들은 초고분자량 폴리에틸렌의 기계적 특성을 향상시키기 위하여 이온을 주입하는 방법(J. S. Chen 등, Surface and Coatings Technology, 138, 33-38 (2001)), 감마선을 조사하여 크로스링킹(crosslinking)을 시키는 방법(G. Lewis, Biomaterials, 22, 371-401 (2001)), 및 섬유를 보강재로 사용하는 방법(J. M. Hofsteve, Polymer Bulletin, 36, 213-220 (1996))을 개발하였으나, 현재까지 초고분자량 폴리에틸렌의 내마모성을 향상시키기 위한 인체이식에 적합한 마찰, 마모 특성을 갖는 첨가제는 아직 개발된 바가 없었다.

따라서 본 발명자는 초고분자량 폴리에틸렌의 내마모성을 향상시킬 수 있는 첨가제를 개발하여 내마모성이 우수한 초고분자량 폴리에틸렌을 개발하기에 이르렀다.

※ 기술적 과제

본 발명의 목적은 인공관절의 연골 대체재료로 사용되고 있는 초고분자량 폴리에틸렌의 내마모성을 향상시키기 위한 첨가제를 제공하기 위한 것이다.

본 발명의 다른 목적은 첨가제를 사용하여 내마모성이 향상된 초고분자량 폴리에틸렌의 제조방법을 제공하기 위한 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 기어, 베어링, 캠, 메카니칼 싸 등과 같이 마모, 마찰 운동을 받는 기계부품으로 사용하기 위한 내마모성이 향상된 초고분자량 폴리에틸렌을 제공하기 위한 것이다.

이하, 본 발명의 구성 및 작용을 설명한다.

※ 발명의 구성 및 작용

본 발명에서 사용되는 탄소 나노튜브(CNT)는 1991년에 발견된 것으로 그래파이트(graphite)가 말려 있는 튜브(tube) 형태로서 탄소 사이의 강한 공유결합에 의해 높은 기계적 강도를 갖고, 높은 영스 모듈러스(Young's modulus)와 높은 종횡비(aspect ratio)로 인하여 매우 우수한 기계적 특성을 나타내는 물질이며, 이러한 특성은 여러 가지 복합체로서 응용될 때 물성 향상을 꾀할 수 있는 잠재적인 가능성이 있다. 그리고 탄소 나노튜브(CNT)는 탄소로 구성되어 있어서

이 물질의 물성에 비해 질량이 매우 낮은 물질이다. 그러므로 다른 첨가제에 의한 초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE)의 기계적 특성 향상을 기대하는 것보다 훨씬 우수한 장점들을 갖추고 있다고 할 수 있다.

탄소 나노튜브(CNT)의 제조방법으로는 전기방전법(arc-discharge), 레이저 증착법(laser vaporization), 플라즈마 화학기상증착법(plasma enhanced chemical vapor deposition), 열화학기상증착법(thermal chemical vapor deposition) 등이 있으나, 본 발명에서 사용된 탄소 나노튜브는 대량의 탄소 나노튜브를 합성할 수 있는 열화학기상증착법을 이용하여 합성한다.

본 발명의 탄소 나노튜브가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌은 내마모성이 향상된 초고분자량 폴리에틸렌으로서 초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE) 100중량부에 대하여 탄소 나노튜브(carbon nanotube, CNT) 0.1 내지 0.5중량부를 첨가하여 제조된다.

이하에는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 탄소 나노튜브가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌의 제조방법에 대하여 상세히 설명한다.

본 발명에 따른 탄소 나노튜브(CNT)가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌의 제조공정을 도 1에 나타내었다.

비이커와 같은 용기에 톨루엔과 같은 용매를 넣고, 분말 형태로 존재하는 초고분자량 폴리에틸렌을 넣고, 30분 내지 1시간 정도 초음파를 걸어 초고분자량 폴리에틸렌을 분산시킨다. 용매에 분산된 초고분자량 폴리에틸렌에 탄소 나노튜브(CNT)를 첨가한 후 다시 30분 내지 1시간 정도 초음파를 걸어 탄소 나노튜브(CNT)가 잘 분산되게 한 후, 후드 내에서 용매를 자연증발시킨다. 용매를 증발시킨 후 얻어진 초고분자량 폴리에틸렌과 탄소 나노튜브(CNT) 혼합분말을 몰드(mold)에 넣고 성형시킨다. 성형시 온도는 150 ~ 200℃, 압력은 20 ~ 30 MPa로 하는 것이 바람직하며, 성형시간은 1 ~ 2 시간이 바람직하다. 상기 몰드는 사용용도에 따라 여러 가지 형상을 가질 수 있다.

상기의 방법으로 제조된 탄소 나노튜브(CNT)가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌은 인공관절의 시술부위인 고관절(hip joint), 어깨관절(shoulder joint), 무릎관절(knee joint), 팔꿈치관절(elbow joint), 손목관절(wrist joint) 등의 연골 대체 재료에 적용가능하다. 또한, 기어, 베어링, 캠, 메카니칼 쉘 등과 같이 마모, 마찰 운동을 받는 기계부품으로 사용되는 고분자 재료에 적용가능하다.

이하, 본 발명의 구체적인 방법을 실시예를 들어 상세히 설명하고자 하지만 본 발명의 권리범위는 이들 실시예에만 한정되는 것은 아니다.

실시예

탄소 나노튜브(CNT)가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE)은 다음과 같이 실시하였다. 100ml의 비이커에 용매인 톨루엔 30ml와 분말형태의 초고분자량 폴리에틸렌 5g을 넣은 후, 초음파를 30분동안 가해 초고분자량 폴리에틸렌을 톨루엔에 녹였다. 그 후 초고분자량 폴리에틸렌의 100중량부에 대하여 탄소 나노튜브(CNT)를 각각 0.1중량부, 0.2중량부, 0.5중량부를 첨가하여 다시 초음파를 1시간 동안 가해서 탄소 나노튜브(CNT)가 잘 분산되도록 하였다. 비교 테스트를 위하여 탄소 나노튜브(CNT)가 전혀 첨가되지 않은 초고분자량 폴리에틸렌도 준비하였다.

그 후 후드 내에서 24시간 동안 자연건조하여 톨루엔을 증발시켰다. 이렇게 얻어진 혼합분말을 금속몰드에 넣고 150℃의 온도, 25MPa 압력으로 1시간 동안 핫 프레스(hot press) 한 후 자연냉각하여 탄소 나노튜브(CNT)가 첨가되지 않은 초고분자량 폴리에틸렌과 탄소 나노튜브(CNT)가 각각 0.1중량부, 0.2중량부, 0.5중량부 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌을 제조하였다.

상기의 방법으로 얻어진 성형체를 볼 온 디스크(ball on disc) 형태의 마모시험기를 사용하여 마모실험을 하였다. 마모실험은 로드(load)가 5N, 회전속도가 1000rpm, 온도는 상온에서상대재로실리콘 나이트라이드(Si3N4) 볼을 사용하여 2시간 동안 실시하였다.

실험결과는 도 2에 나타난 바와 같이 탄소 나노튜브(CNT) 첨가량이 증가함에 따라 마모량이 감소하였다. 탄소 나노튜브(CNT)가 0.5중량부 첨가된 시편의 마모량은 탄소 나노튜브(CNT)가 전혀 첨가되지 않은 시편의 마모량에 비해 90% 감소하였다.

■ 발명의 효과

상기에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 탄소 나노튜브(CNT)가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌은 내마모성을 획기적으로 향상시켜 인공관절의 수명을 연장시킬 수 있으며, 또한 본 발명은 기어, 베어링, 캠, 메카니칼 쉘 등과 같이 마모, 마찰 운동을 받는 기계부품으로 사용되는 고분자재료에 적용할 수 있는 기계부품산업 및 의료산업상 매우 유용한 발명인 것이다.



청구의 범위

청구항 1:

초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE) 100중량부에 대하여 탄소 나노튜브(CNT) 0.1 내지 0.5중량부를 첨가하는 것을 특징으로 하는 탄소 나노튜브가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌.

청구항 2:

톨루엔 용매에 분말 형태로 존재하는 초고분자량 폴리에틸렌을 넣고 30분 내지 1시간 동안 초음파를 가해 초고분자량 폴리에틸렌을 분산시키는 단계;

상기 용매에 분산된 초고분자량 폴리에틸렌에 초고분자량 폴리에틸렌 100중량부에 대하여 탄소 나노튜브(CNT) 0.1 내지 0.5중량부를 첨가한 후 다시 30분 내지 1시간 동안 초음파를 가해 탄소 나노튜브가 잘 분산되게 한 후, 후드 내에서 용매를 자연증발시키는 단계; 및

용매를 증발시킨 후 얻어진 초고분자량 폴리에틸렌과 탄소 나노튜브의 혼합분말을 몰드(mold)에 넣고 150 ~ 200℃의 온도, 20 ~ 30 MPa의 압력에서 1~2시간 동안 성형시키는 단계;

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 탄소 나노튜브가 첨가된 초고분자량 폴리에틸렌의 제조방법.

청구항 3:

제 2항의 방법에 의하여 제조되는 것을 특징으로 하는 인공관절.

청구항 4:

제 2항의 방법에 의해서 제조되는 것을 특징으로 하는 기계부품.



도면

도면 1



도면 2

